

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1906

THÈSE

N°

376

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Jeudi 12 Juillet 1906, à 1 heure

PAR

Gustave MEURICE

Ancien Aide d'Anatomie
à l'École de Médecine de Reims
Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

DE

L'Hygiène du Chauffage

ET EN PARTICULIER

Des CHAUFFAGES à L'EAU CHAUDE

ET

A LA VAPEUR

Président : M. CHANTEMESSE, professeur

Juges { MM. CORNIL, professeur
BEZANÇON, agrégé
GUIART, agrégé

Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

BONVALOT-JOUVE

15, RUE RACINE, 15

1906

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

	Doyen	M. DEBOVE.
	Professeurs	MM.
Anatomie.....		P. POIRIER
Physiologie.....		CH. RICHET.
Physique médicale.....		GARIEL.
Chimie organique et Chimie minérale.....		GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.....		BLANCHARD
Pathologie et thérapeutique générales.....		BOUCHARD
Pathologie médicale.....	}	HUTINEL.
		BRISSAUD.
Pathologie chirurgicale.....		LANNELONGUE
Anatomie pathologique.....		CORNIL.
Histologie.....		MATHIASDUVAL
Opérations et appareils.....		SEGOND.
Pharmacologie et matière médicale.....		POUCHET.
Thérapeutique.....		GILBERT.
Hygiène.....		CHANTEMESSIE
Médecine légale.....		BROUARDEL
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....		DEJERINE.
Pathologie expérimentale et comparée.....		ROGER.
		HAYEM
Clinique médicale.....	}	DIEULAFOY.
		DEBOVE
		LANDOUZY.
		GRANCHER.
Maladies des enfants.....		JOFFROY.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.....		GAUCHER.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....		RAYMOND
Clinique des maladies du système nerveux.....		LE DENTU.
Clinique chirurgicale.....	}	TERRIER.
		BERGER.
		RECLUS.
Clinique ophtalmologique.....		DE LAFERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires.....		GUYON.
Clinique d'accouchements.....	}	BUDIN.
		PINARD.
Clinique gynécologique.....		POZZI
Clinique chirurgicale infantile.....		KIRMISSON.
Clinique thérapeutique.....		A. ROBIN.

Agrévés en exercice.

MM.

AUVRAY	DESGREZ	LAUNOIS	POTOCKI
BALTHAZARD	DUPRE	LEGRY	PROUST
BRANCA	DUVAL	LEGUEU	RENON
BEZANÇON	FAURE	LEPAGE	RICHAUD
BRINDEAU	GOSSET	MACAIGNE	RIEFTEL (chef
BROCA (ANDRÉ)	GOUGET	MAILLARD	des travaux anat.
CARNOT	GUIART	MARION	TEISSIER
CLAUDE	JEANSELME	MAUCLAIRE	THIROLOIX
CUNEO	LABBE	MERY	VAQUEZ
DEMELIN	LANGLOIS	MORESTIN	WALLICH

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES BONS PARENTS

Témoignage d'affection profonde

A MA CHÈRE FEMME

A MES FRÈRES

A MONSIEUR L'ABBÉ DIEUDONNÉ

Faible témoignage de reconnaissance

A TOUTE MA FAMILLE

A MES AMIS

A MES MAÎTRES DANS LES HOPITAUX

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR CHANTEMESSE

Médecin des Hôpitaux

Professeur d'Hygiène

Membre de l'Académie de Médecine

Officier de la Légion d'honneur

De l'Hygiène du Chauffage

ET EN PARTICULIER

Des Chauffages à l'Eau chaude et à la Vapeur

AVANT-PROPOS

Sur le point de terminer notre carrière d'étudiant en médecine, avant d'être livré à nous-même, nous voulons remercier profondément les maîtres bienveillants et dévoués que nous quittons, mais dont cependant le souvenir va nous suivre à tous les instants de notre vie médicale.

A Reims, où nous avons commencé nos études,
M. le professeur HENROT, directeur de l'Ecole de médecine,

M. le professeur POZZI,

M. le professeur HARMAN dont nous avons eu
l'honneur d'être l'aide d'anatomie,

M. le professeur COLLEVILLE,

M. le professeur HACHE,
M. le professeur DE BOVIS,
nous ont fait profiter de leur enseignement et de leur haute expérience, nous les remercions de tout cœur.

A Paris, nous avons fait notre stage d'accouchement chez M. le D^r BONNAIRE, professeur agrégé ; nous avons conservé de son enseignement clair et méthodique un souvenir inoubliable.

Nous avons passé quelques mois chez M. le professeur GAUCHER à l'hôpital Saint-Louis, nous le remercions de l'intérêt qu'il a bien voulu nous manifester.

Un trop court séjour dans le service de M. le D^r FÉLIZET, à l'hôpital Bretonneau, nous a cependant permis d'apprécier sa grande habileté chirurgicale.

Nous devons remercier vivement M. H. HAMELLE et son aimable ingénieur, M. ASTAIX, qui ont bien voulu nous donner les renseignements techniques dont nous avons besoin pour ce travail.

M. le professeur CHANTEMESSE nous a fait le très grand honneur d'accepter la présidence de notre thèse, nous le prions de bien vouloir agréer notre très profonde reconnaissance.

INTRODUCTION

En contact constant avec le monde extérieur, le corps de l'homme, en vertu des lois de la physique, tend à chaque instant à se mettre en équilibre avec ce milieu dont la température varie d'une façon incessante.

La température de l'homme est voisine de $37^{\circ}5$, et elle ne peut sans inconvénient supporter une variation supérieure à 1 degré, $1^{\circ}5$.

Comment l'homme lutte-t-il contre le froid ?

D'abord par deux moyens purement réflexes :

L'augmentation des combustions (l'abaissement de la température détermine une augmentation de l'intensité des phénomènes chimiques de la respiration, par conséquent une consommation plus grande d'oxygène) et la vaso-constriction périphérique.

Puis le port de vêtements plus chauds, de fourrures par exemple, peut jouer un grand rôle dans la régulation de la chaleur ; dans la lutte contre le froid : les étoffes qui nous habillent, recueillent en partie les calories émises par la peau et les emmagasinent pour intercepter ses radiations excessives, lorsque le milieu ambiant se refroidit trop.

Enfin les muscles représentant des foyers consi-

dérables de chaleur, l'homme peut faire appel à son activité musculaire ; et par tous ces moyens employés simultanément, il pourra ne pas souffrir d'un abaissement de la température extérieure, même considérable.

Mais tout cela a des limites et ce n'est pas indéfiniment que les influences thermiques extérieures peuvent osciller, sans tourmenter la température normale du corps, même habillé. L'hiver, aux jours courts et aux longues veillées, nous ramène forcément dans nos habitations où de toutes parts nous sommes entourés de parois rapprochées de nous : plafond, murs, parquet dont l'influence va se faire sentir tout entière et dont la moindre variation de température va retentir sur notre corps maintenant dans une immobilité relative.

Il est alors nécessaire pour l'homme de chercher à se prémunir par des moyens artificiels contre l'abaissement de la température. C'est le but du chauffage.

Nous allons dans un premier chapitre donner une définition hygiénique du chauffage ; dans un deuxième chapitre, passer en revue les différents procédés de chauffage avec leurs avantages et leurs inconvénients, pour nous étendre plus longuement dans un troisième chapitre sur deux procédés modernes : le chauffage par l'eau chaude, le chauffage par la vapeur.

CHAPITRE I

Le Chauffage en Hygiène

Le chauffage n'est pas seulement un problème physique, mais encore un problème d'hygiène très important.

Il ne suffit pas en effet pour l'homme d'obtenir dans ses habitations un état thermométrique défini, de calculer d'après les lois de Newton les quantités de chaleur à fournir. La solution en est donnée par la formule :

$$P = S Q (t - e),$$

formule dans laquelle S représente la surface d'une paroi ; Q le coefficient de transmission à travers cette paroi ; t , la température intérieure à obtenir ; e , la température minima extérieure.

Mais tous les procédés de chauffage pour l'hygiéniste doivent donner d'une façon égale et continue le degré de température le plus favorable à la santé.

D'abord la température doit être uniforme dans tous les points d'une salle chauffée et elle ne doit pas subir de variations brusques qui peuvent avoir

au point de vue pathologique un retentissement fâcheux. Cela est difficile à obtenir quand il s'agit de salles très vastes et la difficulté s'exagère pour les salles élevées, l'air chaud tendant à gagner les régions supérieures.

Est-il possible de savoir le degré que doit atteindre un thermomètre placé dans une pièce habitée ? « Il y a cinquante ans, dit Trélat, que ce problème est posé sans que les solutions aient jamais donné satisfaction à l'hygiéniste. » Les compétences les plus autorisées sont en complet désaccord sur ce point, 15, 18, 20, 22 et même 25 degrés en Allemagne. De plus il y a peut-être pour chaque individu une température idéale.

Quoi qu'il en soit, on peut admettre les chiffres suivants que M. Langlois, professeur agrégé de la Faculté de Médecine de Paris, donne dans son livre d'*Hygiène publique et privée* : Dans les locaux où l'on reste immobile, la température de 16 degrés est généralement suffisante (en Allemagne les auteurs proposent 18 et 20 degrés).

Dans les ateliers où les ouvriers se livrent à une dépense musculaire, il faut moins de chaleur et il suffira de 10 à 12 degrés.

Dans les chambres à coucher, pour des individus en bonne santé, il faut supprimer le chauffage continu ; en cas de grand froid, on peut utiliser un chauffage intermittent.

Dans les chambres de malades, la température normale est fixée à 18 degrés.

Mais ainsi posé, le problème du chauffage hygiénique n'est pas encore résolu.

Pour réagir contre les méthodes employées avant lui, E. Trélat (à qui nous ferons de fréquents emprunts) a conçu une salubrité thermique parfaite par l'établissement de murs avec un vide médian, dans lequel circulerait un véhicule de calories, de façon à régler la température de la paroi intérieure. Ainsi l'air intérieur ne servirait pas au chauffage. Cette conception donne toute satisfaction à l'hygiéniste.

Les Romains avaient déjà songé à établir dans leurs demeures les « hypocausta » qui consistaient à isoler l'air des salles au moyen d'un nombre variable de piliers ; une petite porte s'ouvrant au dehors permettait l'introduction du bois dans l'espace ainsi ménagé.

Dans nos temps modernes, un ingénieur distingué, M. Somasco, s'est fait construire à Creil une maison chauffée dans l'épaisseur des murs.

Malheureusement, la conception de Trélat est irréalisable et il l'avoue lui-même : « Les villes sont de plus en plus peuplées, les murs des constructions se sont amincis à l'extrême pour ménager les espaces habitables, il faut donc recourir à des artifices, à des productions et à des distributions de chaleur » qui ne doivent pas altérer les qualités de l'air ni le mélanger d'aucune impureté.

L'air atmosphérique a une composition remarquablement fixe. Il contient 20,8 d'oxygène, 79,2 d'azote et d'argon et 0,0004 0/0 d'acide carbonique, des tra-

ces très légères d'oxyde de carbone, principalement dans les villes, et de la vapeur d'eau en quantité très variable.

Nous allons étudier d'une façon générale les modifications que peut subir l'air atmosphérique dans une salle chauffée et les inconvénients qui peuvent en résulter.

La diminution d'oxygène est toujours excessivement faible.

La proportion d'acide carbonique peut être augmentée, ce qui n'est pas très dangereux puisque l'homme peut respirer sans être incommodé dans un milieu renfermant 10 o/o d'acide carbonique, à condition toutefois que la tension d'oxygène ne soit pas trop basse.

L'augmentation d'oxyde de carbone constitue un grand danger, même en minime quantité. Uffelman, Gruber et Hempel admettent que l'air respirable ne doit pas en renfermer plus de 0,2 à 0,5 pour 1000. C'est une proportion bien trop élevée, nous le verrons plus loin. L'oxyde de carbone, d'après un mécanisme spécial démontré par les travaux de Claude Bernard, peut se combiner définitivement avec l'hémoglobine du sang et la stabilité de la carboxy-hémoglobine rend désormais le globule sanguin impropre à l'hématose. Il en résulte le plus souvent une intoxication aiguë mortelle.

La guérison peut se voir dans les intoxications légères ; mais, dans des cas plus graves, on peut observer des complications nerveuses : ramollisse-

ment, anesthésie, paralysies, troubles trophiques. De plus, les recherches de Marcacci ont prouvé qu'une quantité d'oxyde de carbone insuffisante pour amener l'asphyxie peut cependant déterminer la mort par syncope cardiaque réflexe. Pendant le sommeil, l'empoisonnement peut se faire sans se révéler par aucun symptôme, le coma et la mort en sont rapidement les conséquences.

Enfin dans les intoxications par l'oxyde de carbone, on doit faire intervenir un autre facteur que la quantité de ce gaz mêlée à l'atmosphère, c'est la durée de l'inhalation. « Les globules sanguins, dit Gréhaut, ont une telle affinité pour l'oxyde de carbone qu'un animal ou un homme nettoie peu à peu une atmosphère, de la totalité d'oxyde de carbone qu'elle contient ; et lors même qu'elle n'en renfermerait que 1 pour 2000 ou 1 pour 5000, l'être vivant finit par s'intoxiquer si on lui en laisse le temps. » Nous sommes bien loin des chiffres d'Uffelmann.

L'intoxication par l'oxyde de carbone peut donc être chronique, lente. Et dans ce cas, on peut constater des symptômes d'anémie, de courbature, des anesthésies, des paralysies, de la toux trachéale (Lancereaux), de la glycosurie (Ollivier) et peut-être aussi de la neurasthénie.

Nous croyons utile d'indiquer ici quelques procédés révélant la présence de l'oxyde de carbone dans l'air.

MM. Alb. Lévy et Pécoult ont imaginé un avertisseur d'oxyde de carbone, fort ingénieux, qui décèle

rapidement le poison, par la coloration en rose du chloroforme contenu dans une éprouvette. Cette coloration est produite par les vapeurs d'iode dégagées par l'acide iodique, réduit par l'oxyde de carbone qui agit dès qu'il est en proportion de 1/100000. On a objecté à cette méthode que l'acétylène réagit aussi sur l'acide iodique ; mais il faut pour cela qu'il dépasse la proportion de 1/10000 dans l'air.

Les papiers réactifs au chlorure de palladium sont à rejeter. Pour qu'ils donnent en effet la coloration brune caractéristique, il faut que l'air renferme déjà 4 o/o du gaz toxique. Or Gruber et Hempel, nous l'avons vu plus haut, admettent que l'air respirable ne doit pas renfermer plus de 0,2 à 0,5 pour 1000 d'oxyde de carbone. On peut encore utiliser la remarquable propriété fixatrice du sang vis-à-vis de l'oxyde de carbone.

Vogel recommande la méthode suivante : on agite le mélange suspect avec une goutte de sang diluée dans 2 ou 3 centimètres cubes d'eau, on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque et en observant le liquide au spectroscope on reconnaît facilement l'oxyde de carbone à ses deux bandes d'absorption caractéristiques. On pourrait ainsi déceler la présence de l'oxyde de carbone, même dans la proportion de 3 à 4 pour 10.000 dans l'air.

Enfin un moineau dans une cage, laissé dans une pièce suspecte, meurt dès que la proportion d'oxyde de carbone atteint 0,5 pour 1000.

L'état hygrométrique dans l'air diminue d'autant

plus que la différence entre les températures extérieure et intérieure est plus grande. Il faut éviter l'exagération du pouvoir desséchant de l'air qui agit sur notre organisme en produisant une absorption rapide de l'humidité du corps. L'exhalation pulmonaire de la vapeur d'eau compense faiblement le déficit de saturation : en se basant sur les expériences de Dalton, on peut admettre qu'un homme adulte exhale en moyenne par la surface pulmonaire 500 grammes de vapeur d'eau. La réunion de plusieurs personnes dans une même salle chauffée constitue donc une exhalation aqueuse déjà considérable, mais néanmoins insuffisante (Langlois).

L'air d'une salle chauffée peut encore contenir de l'acide sulfureux et de l'hydrogène sulfuré ; ces gaz se produisent avec le charbon de terre. Les effets de l'hydrogène sulfuré sont redoutables. Claude Bernard a prouvé qu'heureusement son élimination est très active et les accidents ne se produisent qu'autant que l'absorption a lieu rapidement.

Nous devons encore parler du mélange de l'air avec les particules solides minérales pouvant provenir du maniement des combustibles, du nettoyage des appareils. L'inhalation de ces poussières impalpables a certainement une action néfaste (encore que non étudiée) sur nos organes respiratoires, en particulier sur les voies respiratoires supérieures. Elle est la cause d'une sensation de sécheresse très désagréable.

Nous n'avons pas à considérer ici les altérations de l'air dues au séjour des individus.

Cette étude des viciations de l'air d'une habitation chauffée nous fait nécessairement entrevoir l'obligation qu'il y a de renouveler cet air, et ici se pose la question de l'aération, intimement liée à l'hygiène du chauffage.

E. Trélat veut séparer ces deux problèmes ; cela ne nous semble possible qu'avec sa conception idéale énoncée plus haut. Nous n'avons pas d'appareil de chauffage qui donne satisfaction complète à l'hygiéniste : l'air chauffé est toujours altéré d'une façon quelconque. Justement le rôle de l'hygiéniste est de comparer cet air avec l'air atmosphérique, et forcément de trouver un remède à ce grave inconvénient.

Dans l'état actuel de la science, il n'y en a qu'un, c'est l'aération. Et qu'elle soit naturelle, qu'elle soit artificielle, à plus forte raison qu'elle soit aidée par l'appareil de chauffage, on ne peut pratiquement séparer les deux questions.

Nous ne décrivons pas tous les modes d'aération, nous croyons qu'il suffit d'en avoir démontré la nécessité, qui va nous apparaître plus évidente encore dans l'étude de chacun des procédés de chauffage.

CHAPITRE II

Des différents procédés de chauffage

Tous les procédés de chauffage peuvent être divisés en deux grands groupes : le chauffage local et le chauffage central.

Dans le premier groupe, le foyer est placé dans la pièce même et la chaleur est fournie par rayonnement direct ou par contact. Dans le deuxième groupe, le chauffage est distribué à des surfaces plus ou moins grandes par un foyer unique plus ou moins éloigné.

§ 1. *Chauffage local*

Le premier groupe est représenté par trois types : le brasero, la cheminée, les poêles.

Brasero. — Le brasero représente le type le plus ancien. Ce meuble que les Espagnols ont appelé brasero, les Italiens braciére, se rencontrait autrefois dans les appartements les plus riches comme

dans les plus modestes. C'était une sorte de récipient, caisse à jour en tôle ou en fer forgé, monté sur trois ou quatre pieds où l'on plaçait de la braise allumée ; au-dessous était disposée une plaque de tôle destinée à recevoir les cendres. On comprend tout ce que ce mode de chauffage a d'anti-hygiénique : il provoqua de nombreuses asphyxies, et Saint-Simon nous apprend dans le *Journal de Dangeau*, que « Philippe III mourut d'un brasier qui était dans sa chambre, et que ni luy ni personne ne put faire ôter ».

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les braseros dont les redoutables effets sont connus de tous ; heureusement, ils ne sont plus guère employés aujourd'hui qu'à l'air libre, et dans les pays chauds, principalement pour lutter contre l'humidité plutôt que contre le froid.

Le brasero nous amène à parler des chauffe-*rettes* ou chauffe-*fettes*. On les rencontrait assez fréquemment au *xiv^e* siècle. Ce sont de petits réchauds dans lesquels on mettait du charbon et qui servaient à se chauffer les pieds. Le chauffe-pieds est encore en usage de nos jours, dans les campagnes presque exclusivement. Ce procédé de chauffage doit être abandonné : la combustion du charbon de bois employé dégage de l'oxyde de carbone ; la chauffe-*rette* met souvent le feu aux jupons des femmes ou produit chez elles un érythème des cuisses et des jambes représentant une brûlure au premier degré.

Cheminées. — La cheminée est un appareil de

chauffage des plus anciens, le plus simple et qui est encore très employé de nos jours. Elle est constituée par un foyer ouvert, surmonté d'un tuyau pour l'évacuation de la fumée et des produits qui résultent de la combustion. Au moyen âge, une large voûte en forme de hotte renversée surmontait le foyer. Telles sont les cheminées monumentales que nous retrouvons dans les châteaux féodaux. Mais les dimensions exagérées de ces cheminées étaient une cause de déperdition de la chaleur dégagée par le combustible. Elles étaient trop profondes pour permettre à la flamme de rayonner utilement et la largeur de la hotte et du tuyau provoquait un courant d'air froid qui faisait rentrer la fumée.

Alberti de Florence surmonte les tuyaux d'une sorte de calotte mobile et orientée par une girouette destinée à diriger la fumée du côté opposé au vent.

En 1540, Serlio réduit les dimensions de l'âtre et de la hotte. Vers le ^{xvii}^e siècle, le remplacement du bois par la houille fait changer les dispositions intérieures et les formes des foyers. Mais ce n'est que du commencement du ^{xix}^e siècle que datent les véritables perfectionnements. Auparavant il n'y avait pas de règle certaine pour le chauffage et la perfection dépendait plus de l'habileté et de l'esprit d'observation que de règles fixes.

Mais grâce aux travaux de Tregold, de Darcet, de Pécelet, du général Morin, les principes du chauffage commencent à former un corps de doctrine scientifi-

que. Lhomond et Rhumford réduisent les foyers, rétrécissent les tuyaux, et adaptent enfin aux cheminées un tablier à coulisse permettant d'en régler le tirage.

Danglas-Galton crée la cheminée ventilatrice que perfectionne le général Morin. En voici la description : Elle se compose d'un foyer ouvert, à feu nu exclusivement alimenté par l'air de la pièce ; en arrière, par un canal horizontal, ordinairement placé sous le plancher, arrive l'air du dehors qui chemine, dans une gaine verticale enveloppant le foyer et le conduit de fumée, à peu près jusqu'à la hauteur du plafond. Là, l'air nouveau, chauffé par contact avec les parois du foyer et du conduit de fumée est enfin déversé dans la place. Disons de suite que le nettoyage de la gaine enveloppante où passe l'air est à peu près impossible.

Nous allons maintenant examiner les avantages de la cheminée au point de vue de l'hygiène. La cheminée est de construction facile, elle chauffe par rayonnement direct, permet la vue de la flamme, vue agréable. Bien construite, sans communication avec les cheminées voisines, elle chasse au loin toute fumée, tout gaz incommode ou nuisible ; plus encore, elle établit la meilleure des ventilations : la ventilation par appel.

Mais à côté de ces avantages, la cheminée présente quelques inconvénients.

La dépense de combustible est énorme ; on ne peut guère utiliser de la chaleur produite que 6 o/o avec

le bois, 12 avec le coke ; la majeure partie du combustible est donc à peu près perdue, et Péclet a pu dire que la place la plus chaude d'une habitation est souvent sur les toits. La cheminée n'assure pas dans la pièce une égale répartition de la température, inconvénient très sérieux quand il s'agit de pièces où sont immobilisés à des endroits éloignés plusieurs individus.

Parfois le tirage laisse à désirer : il est soumis à l'influence du soleil, du vent, d'autres cheminées allumées dans la même demeure ; il peut y avoir renversement du courant d'air, et les produits gazeux sont versés dans l'appartement. Dans les cheminées à feu de bois ou même de charbon de terre, le danger est généralement peu réel puisqu'on en est prévenu par le dégagement de la fumée. Il faut encore parler des dangers d'incendie, des inconvénients résultant de la manipulation du combustible, et du nettoyage, du ramonage.

Il y a encore un inconvénient, léger il est vrai, même lorsque le tirage est bon : il se produit alors une ventilation énergique, des courants d'air froid. Ces courants peuvent être évités en utilisant la chaleur du foyer pour échauffer l'air des orifices extérieurs. La cheminée à double enveloppe de Rubner, par exemple, ou encore des tuyaux d'orgue en fonte placés derrière le foyer réduisent à néant cet inconvénient, d'ailleurs largement compensé par la ventilation.

En résumé, la cheminée, même avec ses défauts

sités, est un bon procédé de chauffage, qui sera longtemps encore employé partout où des procédés plus modernes ne pourront être installés.

Poêles. — Comme les cheminées, les poêles sont placés à l'intérieur des pièces à chauffer, mais ici le foyer est enfermé dans une enveloppe, et le poêle peut être éloigné des murailles de l'enceinte à chauffer ; c'est du reste l'enveloppe en terre cuite, faïence, métal, qui rayonne et non plus le combustible en ignition comme dans les cheminées.

Le chauffage par les poêles était déjà connu dans l'antiquité. Littré trouve l'origine du mot poêle dans le *pisalis* ou *pisalium* des Romains, synonymes du bas latin *genecium* signifiant gynécée, appartement où travaillaient les femmes. « Comme ces lieux étaient chauffés, nous dit Littré, on prit l'habitude de donner au nom de ces ouvriers le sens de chambre chauffée. »

Les premiers poêles étaient très imparfaits au point de vue hygiénique et les textes anciens nous parlent souvent de cas d'asphyxies provoqués par leur emploi.

Les poêles revêtus de terre vernissée firent leur apparition en France vers l'an 1520 ; mais c'est surtout au *xvii^e* siècle que la fabrication des poêles prit une certaine importance. Aujourd'hui encore, ils sont d'un emploi courant. Nous ne pouvons dans ce travail, étudier les appareils très nombreux que l'homme a inventés et qui répondent au nom de poêle.

Ils peuvent se diviser en poêles simples, poêles à double enveloppe, poêles à combustion lente, appelés encore poêles mobiles. Au point de vue du combustible employé, il y a encore les poêles à pétrole et les poêles à gaz.

Poêles simples. — Le poêle simple, tout à fait rudimentaire est en fonte : il est constitué par une cloche, séparée en deux par une grille. Ce poêle est très économique. Il utilise 70 à 75 o/o du combustible ; mais il présente de grands inconvénients : l'émission de la chaleur est très irrégulière et l'épaisseur des parois est un remède insuffisant. La fonte étant un métal bon conducteur, ayant une capacité calorique faible, s'échauffe vite mais cesse de rayonner avec non moins de rapidité.

Théoriquement, avec le poêle, il ne devrait plus y avoir que le rayonnement sombre ; pratiquement les parois métalliques sont souvent à de hautes températures qui altèrent gravement l'air venant à leur contact ; ou même elles sont portées au rouge ce qui occasionne un rayonnement insupportable.

De plus, selon Sainte-Claire Deville et Troost la fonte rougie devient perméable à l'oxyde de carbone. Gréhaud a cherché à vérifier expérimentalement le fait et a constaté la formation d'oxyde de carbone par décomposition de l'acide carbonique de l'air ambiant au contact de la fonte rougie.

Les poêles en terre cuite sont une amélioration en ce que les enveloppes sont moins bonnes conductrices (elles n'émettent guère que 1000 calories par mètre

carré et par heure). Ces poêles se refroidissent lentement et ne subissent pas les contre-coups des irrégularités dans l'activité du feu, mais ils s'échauffent avec lenteur, et inconvénient plus grave encore, les parois peuvent se disjoindre, se fissurer, et laisser ainsi passer dans l'atmosphère les gaz provenant du foyer.

Poêles à double enveloppe. — On a entouré les poêles de deux enveloppes distantes de 15 à 20 centimètres, entre lesquelles on fait passer de bas en haut, de l'air venant de l'extérieur, qui s'échauffe ainsi au contact de l'appareil et se dirige par sa partie supérieure dans la pièce, et l'on a cru obtenir de cette façon une solution à la répartition du calorique et à la ventilation des locaux. Avec ce procédé, la chaleur du local est surtout élevée près du plafond ; l'air circulant entre des enveloppes malpropres, au contact de parois surchauffées qui émettent de 1.500 à 2.000 calories est altéré profondément.

Poêles mobiles. — Le développement de ces poêles dans l'industrie date d'une vingtaine d'années. Ils ont été jadis introduits en France sous le nom de « poêles américains » ; il y en a de nombreux types : le Choubersky, la Salamandre en sont les plus connus.

Les poêles mobiles ne diffèrent des autres poêles que par leur forme qui permet de les adapter plus facilement aux cheminées ordinaires.

Ils sont en général constitués par un cylindre à double enveloppe dont la partie intérieure est remplie de coke ou d'anhracite en fragments qui tom-

bent peu à peu sur une grille où se fait la combustion. Les gaz de la combustion circulent entre la double enveloppe avant de rejoindre un court tuyau qui les évacue dans la cheminée devant laquelle est placé l'appareil. Le cylindre central se charge de combustible par le haut.

L'ensemble du poêle reçoit un couvercle dont les bords s'engagent dans une rainure circulaire pleine de sable, mode de fermeture qui peut paraître suspect. Il n'arrive au foyer que la quantité d'air strictement indispensable à la combustion, ce qui en fait des appareils extrêmement économiques.

Mais si leur mobilité constitue déjà un grand danger, ils ne sont pas moins dangereux lorsqu'ils sont dans une cheminée, Moissan a fait remarquer que les dispositions de ces poêles rappellent justement celles dont on se sert dans les laboratoires pour la production de l'oxyde de carbone. En effet, on fait usage, en résumé, d'un long tube contenant du combustible en partie incandescent qui transforme en oxyde de carbone, l'acide carbonique produit à la base par l'arrivée très lente de l'oxygène de l'air.

Dans les tuyaux d'un poêle mobile, il y a des quantités considérables d'oxyde de carbone, jusqu'à près de 16 o/o, d'après Moissan, et le danger de cette production effrayante résulte de la combustion lente effectuée par les poêles mobiles : A quelques mètres de l'issue du tuyau de fumée, les gaz évacués sont presque complètement refroidis, il n'y a qu'un très faible tirage de la cheminée,

il suffit d'un renversement de tirage (qui se produit fréquemment puisque les tuyaux d'évacuation de très petite dimension sont généralement logés dans des cheminées à grande section) pour déverser dans les chambres les gaz toxiques.

Poêles à pétrole. — Une grosse lampe entourée d'un verre ou d'une coque en tôle constitue un poêle à pétrole. Cet appareil est tout à fait anti-hygiénique. Bien qu'avec un tirage suffisant il n'y ait pas d'odeur, il déverse dans l'atmosphère une grande quantité d'air chaud, mélangé des produits de combustion parmi lesquels de l'oxyde de carbone en quantité faible, mais cependant appréciable. Il a encore l'inconvénient réel de son inflammabilité et surtout de ses propriétés explosives. On en permettra tout au plus un emploi intermittent.

Poêles à gaz. — L'installation du gaz pour l'éclairage des habitations devait faire naître l'idée d'employer en même temps le gaz pour le chauffage et l'on a construit de nombreux appareils dont les uns agissent exclusivement par circulation d'air, dont les autres mixtes chauffent à la fois par convection et par rayonnement.

Les premiers sont des poêles à double enveloppe : le poêle à gaz de Meidinger en est le type : dans un socle, brûle une rampe circulaire de flammes éclairantes au-dessous d'un cylindre en tôle à double paroi : les produits de la combustion passent dans l'étroit espace annulaire qui sépare ces deux parois et où s'ouvre à la partie supérieure un tuyau de

fumée. L'air de ventilation provenant du dehors, monte d'une part dans le cylindre central et aussi dans l'intervalle qui existe entre la double paroi du cylindre et un manchon extérieur, de sorte qu'il y a double circulation d'air. Le grand inconvénient c'est qu'avec ce genre d'appareils, il y a une différence d'au moins 10 degrés entre la température du plafond et celle du plancher et le rayonnement du plafond exerce sur la tête des habitants une action mauvaise.

Pour lutter contre ce rayonnement, on a imaginé des appareils mixtes à réflecteurs. On emploie dans la rampe des becs à récupération (pour lesquels l'air nécessaire à la combustion est préalablement porté à une assez haute température par les gaz chauds issus de la combustion elle-même). En outre les gaz de la combustion avant de s'échapper définitivement par le conduit de fumée passent soit dans une sorte de boîte métallique, soit dans des tuyaux autour desquels circule de l'air qui se chauffe ainsi par contact pour se répandre ensuite dans le local. On a donc un rayonnement plus intense, mais en même temps tous les inconvénients du chauffage par l'air chaud, qui tend à s'élever vers le plafond et finalement la difficulté n'est pas résolue.

La Compagnie Parisienne du Gaz fournit des foyers rayonnants, constitués par des plaques de terre réfractaire, garnies de houppes d'amiante. Ces houppes sont portées à l'incandescence par une nappe de flammes produites par des brûleurs Bun-

sen placés à la base. Ces appareils sont meilleurs que les précédents.

Les poêles à gaz, en général, ont les avantages suivants : il n'y a pas avec eux de maniement de combustible, de cendres ; il n'y a ni suie ni fumée quand la combustion est bonne, quand la cheminée tire bien.

Mais le gaz est peu économique et il faut tenir compte des dangers d'explosion ou d'intoxication. Un mélange d'une partie de gaz avec 8 ou 10 parties d'air est explosif ; le gaz contient 80 litres d'oxyde de carbone par mètre cube. Le danger d'intoxication est encore augmenté par ce fait que le gaz peut perdre son odeur caractéristique après filtration à travers le sol.

En résumé, les poêles supérieurs aux cheminées par leur rendement beaucoup plus considérable les ont peu à peu supplantées. D'installation facile, pouvant servir dans les logements modestes, à la cuisson des aliments aussi bien qu'au chauffage des habitants, ils sont devenus pour ainsi dire nécessaires. Mais si l'hygiéniste doit subir leur existence, il doit demander pour les poêles, l'application des règles suivantes données par Coulier :

1° La porte du cendrier doit pouvoir fermer hermétiquement. C'est cette porte qui doit exclusivement régler le tirage ;

2° La clef doit être supprimée, ou tout au moins avoir son diaphragme échancré pour que le tuyau de fumée ne soit jamais obstrué complètement ;

3° Le foyer n'aura pas de porte latérale ;

4° Une chaudière en cuivre ou en fer, à fond plat doit toujours être remplie de 5 à 6 litres d'eau ; s'adaptant exactement à l'orifice, elle sera reçue à la partie supérieure du foyer ;

5° Le tuyau de fumée devra toujours être à la partie la plus élevée du foyer et présenter à la sortie une inclinaison, de façon à ce qu'il ne puisse être obstrué par les cendres ou les escarbilles.

Quant aux poêles à combustion lente, ils ont éveillé l'attention des médecins, des hygiénistes et des pouvoirs publics, et doivent être proscrits rigoureusement.

§ 2. *Chauffage central*

Dans ce second groupe, la chaleur est distribuée sur des surfaces plus ou moins grandes, par un foyer central plus ou moins éloigné, au moyen d'une substance qu'on appelle véhicule.

Cette définition fait immédiatement ressortir deux avantages immenses sur tous les procédés précédemment décrits :

1° L'enceinte habitée ne renferme pas le foyer de combustion ;

2° Il y a un foyer unique pour l'habitation tout entière.

Ce chauffage comprend, d'après le véhicule employé, le chauffage à l'air chaud, le chauffage à l'électricité, le chauffage à l'eau chaude et le chauffage à la vapeur.

Nous ne ferons que mentionner le chauffage à l'électricité ; il est de date récente et peu pratique à cause de son prix de revient très élevé.

1° *Chauffage à l'air chaud.* — Les calorifères à air chaud ont été le premier perfectionnement apporté aux anciens modes de chauffage. On peut distinguer deux classes de calorifères : les calorifères en métal, les calorifères en matériaux réfractaires.

Calorifères en métal — Ils sont formés d'une cloche de fonte ordinaire divisée en plusieurs parties, et garnie intérieurement de terre réfractaire, extérieurement de nervures pour ne pas rougir trop aisément. Au sortir de la cloche, les gaz chauds passent dans un utilisateur représenté par des coffres ou des tuyaux autour desquels circule l'air à chauffer (en sens inverse des gaz chauds pour obtenir le meilleur effet). La cloche et l'utilisateur sont entourés d'une enveloppe de maçonnerie, l'espace laissé entre elle et les surfaces de chauffe constitue la chambre de chaleur dans laquelle passe l'air à chauffer. Au-dessus de cette chambre se trouve un réservoir d'air chaud qui, dans certaines installations, se transforme en chambre de mélange, où l'on obtient par l'introduction d'une certaine quantité d'air frais, un air à température mitigée déterminée.

L'air extérieur arrive au bas de la chambre de chauffe par un conduit en briques ou en poteries cimentées. Les conduits d'air chaud partent du réservoir de chaleur, ils se raccordent à des gaines verticales ménagées dans les murs et qui se termi-

nent aux bouches d'admission d'air chaud dans les enceintes habitées.

Calorifères en céramique. — Les calorifères en céramique, dont le calorifère Michel Perret est le type, ne diffèrent des précédents que parce que l'enveloppe du foyer est en céramique ou en terre réfractaire. Ils sont susceptibles de se fissurer.

L'avantage à peu près exclusif des calorifères à air chaud est le foyer unique qui supprime le transport du combustible dans les appartements.

Les inconvénients sont nombreux autant que sérieux, même avec des appareils bien construits.

En effet, l'air ayant une capacité calorique très faible (24 calories par kilogramme d'air à 100 degrés) doit être porté à une haute température. Cette première nécessité a les conséquences suivantes : l'air qui sort des bouches de chaleur est surchauffé, et Lavoisier a prouvé que l'air chaud contenant moins d'oxygène que l'air frais est moins efficace pour la respiration. Tout le monde connaît l'impression pénible, désagréable, que cause l'air chaud sur l'organisme et cette impression est due à la température même de l'air plutôt qu'à ses modifications hygrométriques (Vogt). Les étages inférieurs sont à une température très élevée alors que les étages supérieurs peuvent ne dépasser que faiblement la température extérieure. L'air étant à une température élevée à sa sortie de la bouche, peut se rendre immédiatement au plafond sans même diffuser dans la pièce.

L'air ne doit pas entrer dans les appartements avec grande vitesse, par conséquent les conduites de distribution doivent avoir des sections considérables, d'où encombrement et perte de calorique. Bien plus, des cendres impalpables, des poussières carbonisées, qui trouvent facilement abri dans ces canalisations énormes difficiles à nettoyer parfaitement, sont entraînées par l'air surchauffé. Elles contribuent certainement dans une large part à cette sensation de sécheresse que provoque l'air des calorifères et irritent fortement les voies respiratoires supérieures. Polotebnoff a constaté l'existence de germes de toute sorte, de microorganismes à la sortie des bouches de chaleur.

Enfin le calorifère à air chaud ne peut pas être réglé dans son ensemble : chaque partie est sous la dépendance intime du fonctionnement des autres parties ; qu'on ferme une bouche de chaleur, la canalisation absorbe un certain nombre de calories.

Si nous ajoutons à cette liste déjà longue la production possible de fissures, de disjonctions, dans les parois du foyer par lesquelles les gaz de combustion et en particulier l'oxyde de carbone, vont pénétrer dans les canalisations, nous serons suffisamment édifiés sur la valeur hygiénique des calorifères à air chaud, qui ont produit des accidents terribles et nombreux.

Em. Trélat terminait ainsi une conférence faite à l'Exposition d'hygiène urbaine en 1886 : « Depuis quarante ans nous vivons sous le règne du calori-

fère, instrument de misérable puissance calorifique et d'action malsaine. S'il fallait écrire le nombre de millions qu'on lui a consacrés, on serait effrayé.

« L'omnipotence du calorifère est générale et l'on peut dire qu'au moins dans les grandes villes, et certainement à Paris, la génération actuelle condamne ses poumons à s'alimenter toute l'année d'air tiède. Et encore, s'il n'était que tiède, cet air ! Mais il est tiède dans des locaux fermés, et il n'arrive en ces locaux que sali et poussiéreux, après avoir longtemps voyagé dans de longs conduits sombres et jamais nettoyés. J'en demande pardon aux nombreux et très distingués médecins qui me font l'honneur d'assister à cette conférence, mais ce n'est pas une parole prétentieuse, c'est un sentiment irréductible qui s'échappe, quand je dis que le régime d'air tiède auquel le Parisien est soumis l'hiver n'est pas pour rien dans cette espèce d'étiollement général qu'on appelle l'anémie.

« Il y a d'autres facteurs qui trahissent la santé publique des grandes villes, je ne l'ignore pas : la lumière appauvrie, le soleil empêché, les voisinages trop proches et le défaut de nettoyage. Mais mon coupable du moment, celui que je poursuis ici, contre lequel je m'acharne, c'est l'air tiède et sali des calorifères. Il n'en faut plus, on en a trop fait. »

On ne peut mieux, que l'éminent architecte, résumer la question.

Nous avons insisté un peu longuement peut-être, pour pouvoir établir une comparaison avec les

chauffages à l'eau chaude et à la vapeur, procédés de chauffage central qui doivent remplacer partout les calorifères à air chaud, et que nous allons étudier d'une façon particulière dans le chapitre suivant.



CHAPITRE III

Des chauffages à l'eau chaude et à la vapeur

§ 1. *Chauffage à l'eau chaude*

Les appareils de chauffage à l'eau chaude existaient déjà à la fin du siècle dernier. Depuis longtemps, en particulier, ils sont employés au chauffage des serres.

Tous reposent sur la propriété qu'a l'eau d'emmagasiner du calorique qu'elle cède à l'air en contact avec elle. Un kilogramme d'eau en se refroidissant de 100 à 20 degrés abandonne 80 calories qui peuvent élever de 10 degrés 24 mètres cubes d'air.

L'eau a son maximum de densité à la température de 4 degrés : aussitôt que sa température s'élève sous l'action du foyer de la chaudière, l'eau se dilate et à volume égal devient plus légère. Par suite du principe de l'équilibre hydrostatique, l'eau chaude, plus légère, est refoulée dans les tuyaux ascendants par le poids de l'eau froide, plus lourde qui descend

dans les tuyaux de retour. Cette eau arrivée à la chaudière s'y échauffe à son tour, monte et va dans les radiateurs où elle se refroidit, cédant une partie de sa chaleur à l'air plus froid en contact avec les parois des appareils.

On peut distinguer : les appareils à haute et à moyenne pression ;

Les appareils à basse pression.

Un appareil quelconque de chauffage à eau chaude peut être représenté par la figure schématique ci-contre (Schéma n° 1) dans laquelle *E* est une chaudière à eau ou un bouilleur avec son foyer ; *a e* la conduite d'aller de l'eau ; *d e* la conduite de retour.

Le récipient *A* est placé pour permettre la dilatation de l'eau, quand, à la mise en marche, on produit l'échauffement du système, on appelle ce récipient vase d'expansion (le volume de l'eau augmente en effet d'environ $1/23$ quand on la chauffe de 5 à 100 degrés.

L'appareil est complètement rempli d'eau. Si le vase d'expansion est fermé, on obtient un système absolument clos, un appareil à haute pression. Dans l'appareil de Perkins, un petit volume d'eau, sous une pression de 20 atmosphères atteint une température de 150 degrés. Cet appareil est peu pratique pour le chauffage des habitations. Le rendement est excellent, la masse d'eau n'est pas considérable, par conséquent les tuyaux sont plus petits, mais l'étanchéité doit être plus parfaite que dans les appareils de chauffage à basse pression et il faut un personnel expérimenté.

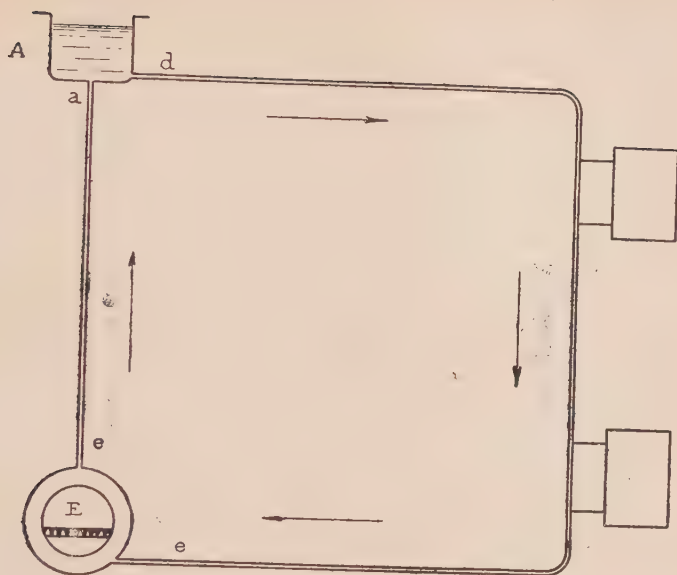


Schéma n°1

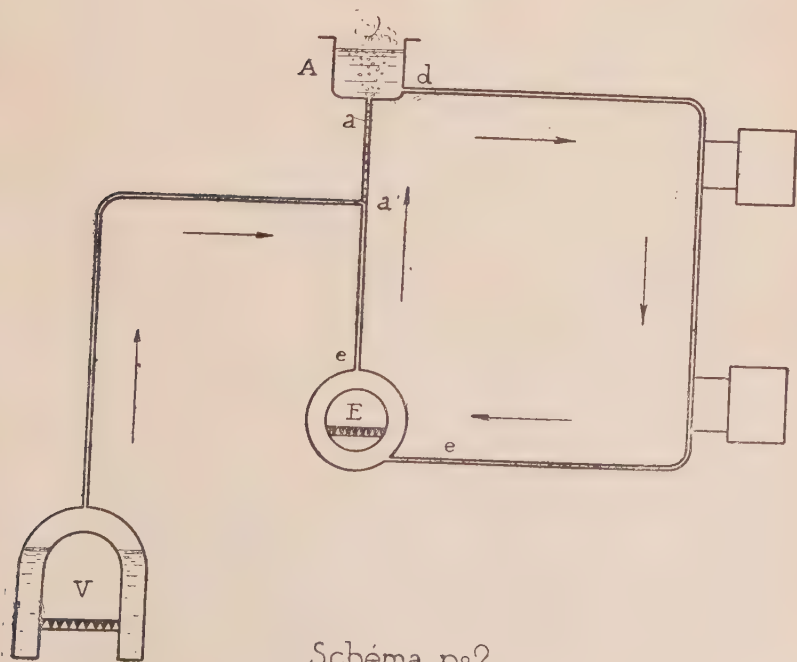


Schéma n°2

Nous allons maintenant reprendre notre schéma n° 1, en supposant cette fois le vase d'expansion complètement ouvert : nous obtenons le chauffage à basse pression. Dans un tel système, la circulation se produit comme nous l'avons déjà dit en raison de la différence des charges qui existe entre la colonne chaude ae et la colonne refroidissante de . Cette différence de charge est due simplement aux différences de température ; elle est par conséquent d'une valeur très faible.

Cette condition de fonctionnement entraîne l'obligation de mettre en mouvement pour obtenir un résultat donné, une masse considérable d'eau qui ne peut s'échauffer ou se refroidir que dans un temps relativement long. Elle entraîne, en outre, l'emploi de canalisations de fortes dimensions, très difficiles à dissimuler ou même à disposer dans l'habitation.

Pour améliorer les conditions de marche, le capitaine Reck a eu l'idée de diminuer la charge due à la colonne d'eau chaude ae , en remplaçant sur une certaine hauteur l'eau que contient cette colonne par un mélange de vapeur et d'eau beaucoup plus léger. La figure 2 représente l'installation du chauffage à l'eau chaude type, modifiée pour arriver à ce résultat.

On voit que la modification consiste uniquement dans l'addition au système précédent, d'une chaudière à vapeur V qui envoie la vapeur à basse pression, en un point a' dans la colonne chaude ae . Le mélange de vapeur d'eau se produit dans la par-

tie $a'A$, et, à cause de sa densité très faible, il diminue considérablement la charge totale de la colonne aE , mais cette addition n'a changé en rien la charge de la colonne de , on comprend que la différence de charge est maintenant beaucoup plus grande qu'elle n'était dans l'installation représentée par la figure 1, et que la circulation se trouve accélérée.

Avec cette nouvelle installation, la vapeur qui a été mélangée à l'eau est conduite jusqu'au vase d'expansion, d'où elle peut s'échapper puisque celui-ci est ouvert à l'air libre. On obtient donc une circulation accélérée, mais avec perte de vapeur, inconvénient sérieux. Pour éviter cette perte, on ferme le vase d'expansion et avec un tuyau de trop plein, traversant ce réservoir, on enlève la vapeur au fur et à mesure de son dégagement pour l'amener en contact avec la paroi extérieure de la colonne montante ae , dans un appareil S où elle se condense. Puis, en vertu de son propre poids, elle rentre à la chaudière V (Schéma n° 3). Avec cette disposition, on obtient une circulation accélérée sans perte de vapeur, mais l'ensemble de l'installation comporte deux chaudières, et présente de ce fait une complication.

Pour simplifier encore, on a supprimé le foyer de la chaudière à eau chaude et on l'a remplacé par un serpentín ou un faisceau tubulaire alimenté par de la vapeur prise sur le générateur V . La chaudière à eau chaude ainsi transformée prend le nom de réchauffeur F (Schéma n° 4).

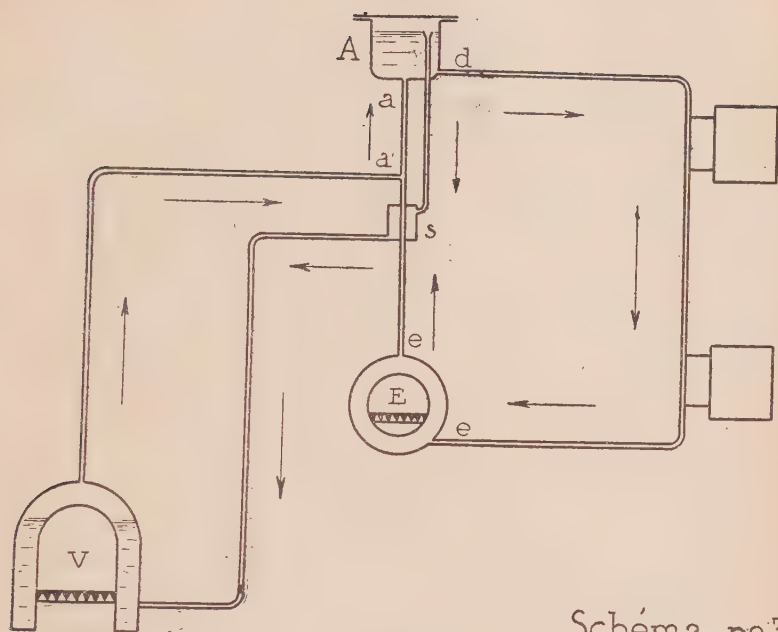


Schéma no 3

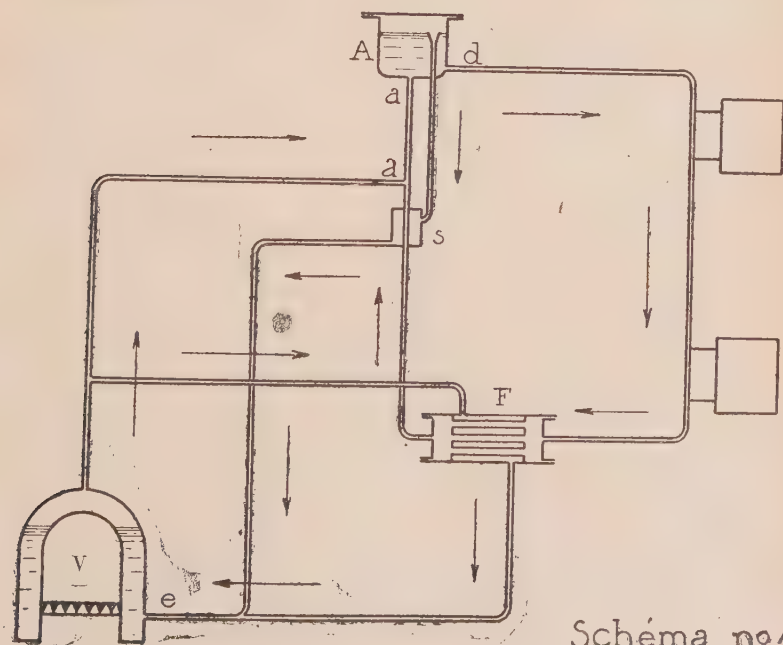


Schéma no 4

Voilà, schématiquement exposée, la description générale du chauffage à l'eau chaude ; nous allons maintenant décrire un à un et avec leurs accessoires les éléments d'une installation de chauffage par l'eau chaude à basse pression et à circulation accélérée, en prenant pour type l'appareil que nous avons vu chez M. Hamelle et dont l'aimable ingénieur M. Astaix a bien voulu nous expliquer le fonctionnement.

Chaudière

Elle se compose d'un socle rectangulaire reposant sur un massif en briques formant cendrier et contenant une certaine quantité d'eau dans laquelle tombent les escarbilles qui s'y refroidissent.

Sur ce socle est montée une grille articulée rectangulaire composée de barreaux mobiles autour de leur axe, et réunis entre eux au moyen d'une bielle.

Un de ces barreaux porte un levier extérieur. Si l'on donne à ce levier un mouvement de va-et-vient, on communique, à tous les barreaux, au moyen de la bielle, un mouvement oscillatoire qui secoue énergiquement la masse de charbon en ignition, et fait tomber les cendres et escarbilles dans le cendrier.

Le corps principal de la chaudière se compose de sections en fonte spéciale creuses. Ces sections sont placées verticalement les unes à côté des autres.

Elles sont réunies entre elles au moyen de joints biconiques lisses, d'un ajustage parfait.

Chacune de ces sections porte des échancrures et des cavités dont l'ensemble constitue une série de carneaux horizontaux (ie conduites) dans lesquels circulent les gaz.

L'eau est divisée en lames de très faible épaisseur et est soumise de toutes parts à l'action des gaz.

Pour diminuer les pertes dues au rayonnement de la chaudière et éviter le trop grand échauffement dans les sous-sols par radiation, la chaudière est entourée d'une tôle d'acier garnie d'amiante. La chaudière porte un manomètre et deux soupapes de sûreté qui se soulèvent à un demi-kilogramme de pression.

Elle est également munie d'un régulateur automatique de pression et de combustion.

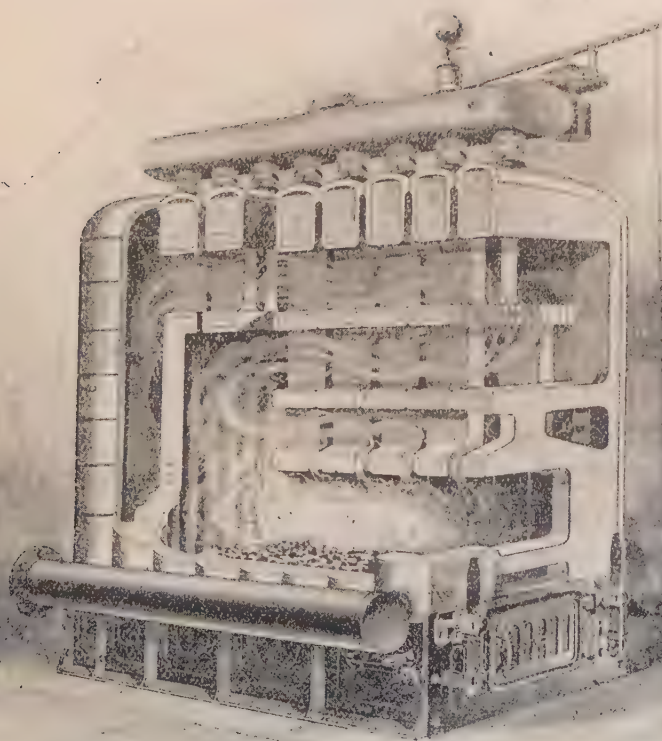
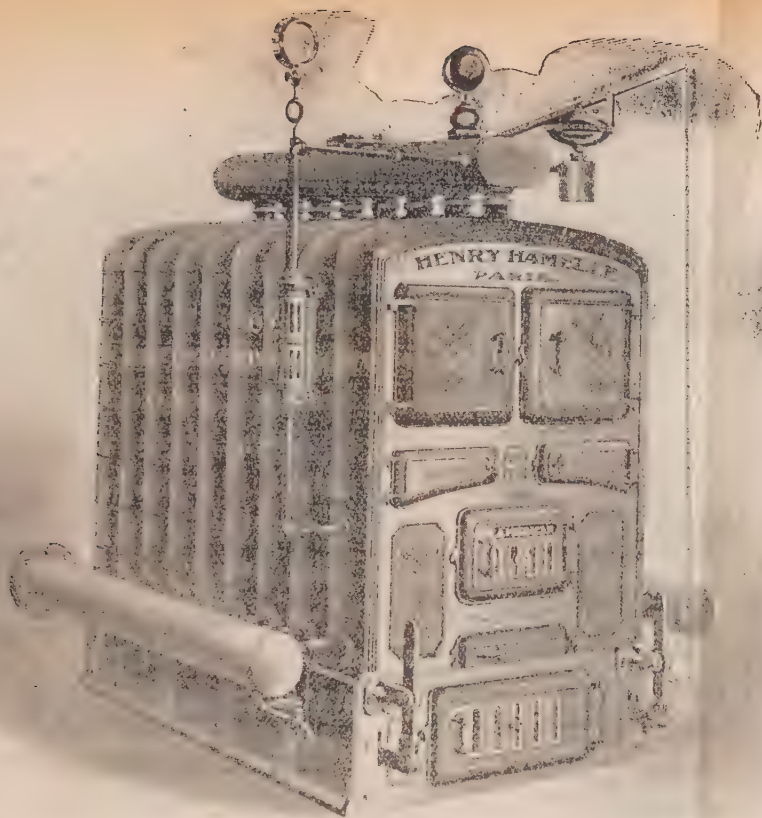
Ce régulateur est constitué de la manière suivante :

Sur le dôme de la chaudière est disposée une prise de vapeur communiquant avec une bouteille en fonte.

A la partie supérieure de la bouteille se trouvent deux calottes sphériques, enserrant entre elles un diaphragme en caoutchouc.

Sur ce diaphragme repose une tige de piston qui traverse la calotte supérieure du régulateur et actionne un levier commandant les portes de tirage et de contre-tirage, à l'aide de chaînettes.

Lorsque la pression s'élève dans la chaudière, elle agit sur le diaphragme en caoutchouc, lequel se gonfle



et lève le piston qui, par le levier ferme la porte de tirage et tend à ouvrir la porte de coupe tirage.

Le caoutchouc est protégé de l'action destructive de la vapeur par une disposition spéciale de la boudille qui ne permet la transmission de la pression que par l'intermédiaire d'une lame d'eau.

Circulateur

Le circulateur est une boîte en fonte intercalée sur la conduite d'eau chaude et complètement remplie par conséquent de cette dernière.

Cette boîte porte trois tubulures : deux à sa partie supérieure et une à sa partie inférieure. Cette dernière sert d'entrée à l'eau chaude de la colonne descendante. Quant aux deux qui sont placées à la partie supérieure, l'une sert pour l'arrivée de la vapeur qui doit être mélangée à l'eau ; l'autre pour le départ de l'émulsion d'eau et de vapeur qui se rend au vase d'expansion. Le tube de vapeur qui aboutit au circulateur se termine par un organe appelé mélangeur. C'est une crépine de toile métallique, roulée plusieurs fois, destinée à réduire le bruit produit généralement par le contact de la vapeur avec l'eau.

Vase d'expansion

Le vase d'expansion dont la capacité varie avec

l'installation qu'il doit desservir, peut être fait soit en fonte, soit en tôle.

Il porte trois tubulures, l'une qui admet l'émulsion de vapeur et d'eau, une seconde qui est le point de départ de la tuyauterie principale de distribution d'eau chaude ; et la troisième qui doit aller desservir le condensateur.

Cette troisième tuyauterie sert de tuyau de trop plein et monte dans le vase d'expansion jusqu'au niveau maximum que peut atteindre l'eau.

A cet endroit, le tube est évasé pour offrir un passage plus facile au mélange de vapeur et d'eau condensée qui est produit, à chaque instant, par le fonctionnement du mélangeur dans le circulateur, mélange qu'on dirige vers le condensateur.

Condensateur

Le condensateur comprend le faisceau tubulaire enfermé dans un cylindre.

Le faisceau tubulaire se termine par des boîtes qui sont mises en communication : l'une avec l'arrivée de la colonne ascendante d'eau chaude, l'autre avec la sortie de cette même colonne qui est dirigée ensuite vers le circulateur.

Quant au cylindre qui enveloppe le faisceau tubulaire, il porte deux tubulures auxquelles aboutissent, d'une part, le tuyau de trop plein venant du vase d'expansion — c'est la tubulure supérieure — et, d'autre part, le tuyau ramenant vers la chaudière

les eaux de condensation, c'est la tubulure inférieure.

Un purgeur d'air automatique est monté sur ce cylindre pour permettre, à la mise en marche, l'évacuation de l'air qui s'y est cantonné et qui empêcherait toute introduction de vapeur, s'il n'était expulsé au préalable.

Fonctionnement

Pendant la marche en circulation forcée, accélérée, l'eau qui s'est refroidie dans les radiateurs arrive généralement au condensateur à une température de 70 degrés.

Son passage dans le réchauffeur la porte à 85 degrés et elle arrive à cette température dans le faisceau tubulaire ou condensateur où elle est en contact avec la vapeur venant par le trop plein du vase d'expansion. Ce contact la porte à une température plus élevée. Enfin dans la traversée du circulateur, l'échauffement de l'eau, qui se produit par mélange direct avec la vapeur, élève la température de l'eau jusqu'à la valeur correspondant à la pression de la vapeur employée c'est-à-dire 103 degrés environ.

C'est à cette température que l'eau est prise dans le vase d'expansion pour être distribuée aux divers radiateurs.

Radiateurs

Le chauffage des locaux par l'eau chaude peut se faire de trois manières différentes :

Par radiation directe, c'est-à-dire avec surfaces apparentes chauffant l'air de la pièce; ces surfaces prennent le nom de radiateurs.

Par radiation directe-indirecte, dans laquelle on combine le chauffage par radiation directe, avec la ventilation : les mêmes radiateurs se placent contre un mur; un conduit amène l'air frais de l'extérieur sous le radiateur qui est muni d'un registre permettant de régler la ventilation.

Par radiation indirecte, au moyen de batteries ou de colonnes.

Radiateurs. — Les radiateurs sont construits en fonte et sont constitués par des sections verticales assemblées les unes aux autres à leur partie inférieure par des bagues tronconiques serrées énergiquement pour assurer l'étanchéité du joint.

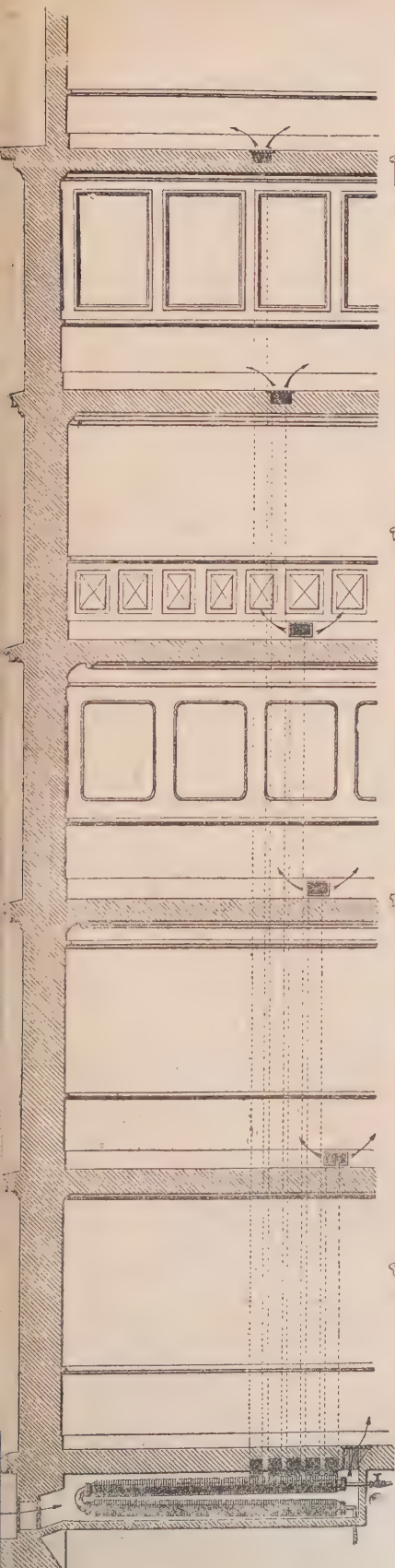
Les sections communiquent aussi dans leur partie haute.

La hauteur et le nombre des sections dépendent de l'importance des pièces à chauffer.

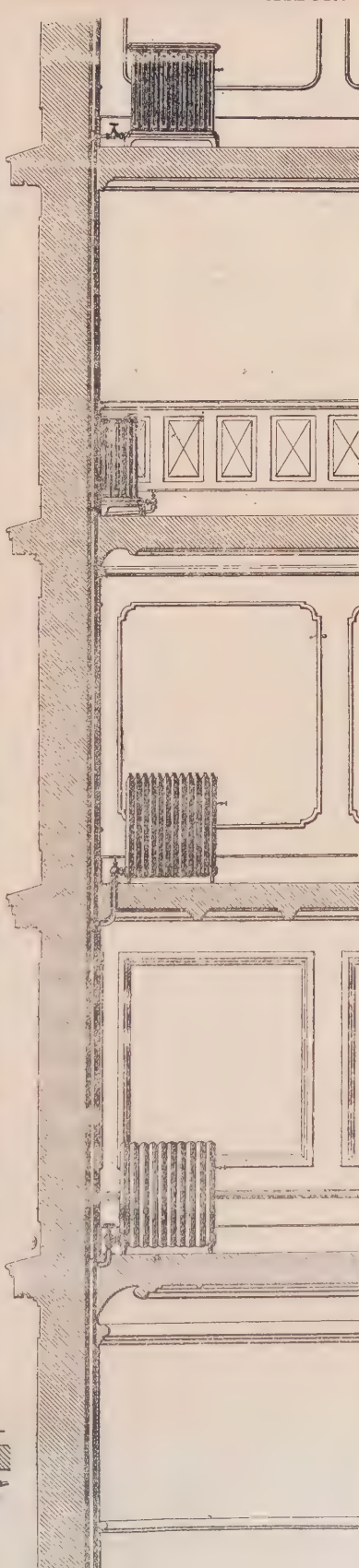
Chaque radiateur porte un robinet à l'entrée qui permet de modifier la section de passage de l'eau et d'en régler le débit pour faire varier la quantité de chaleur émise par le radiateur.

Ces robinets en bronze nickelé sont munis de

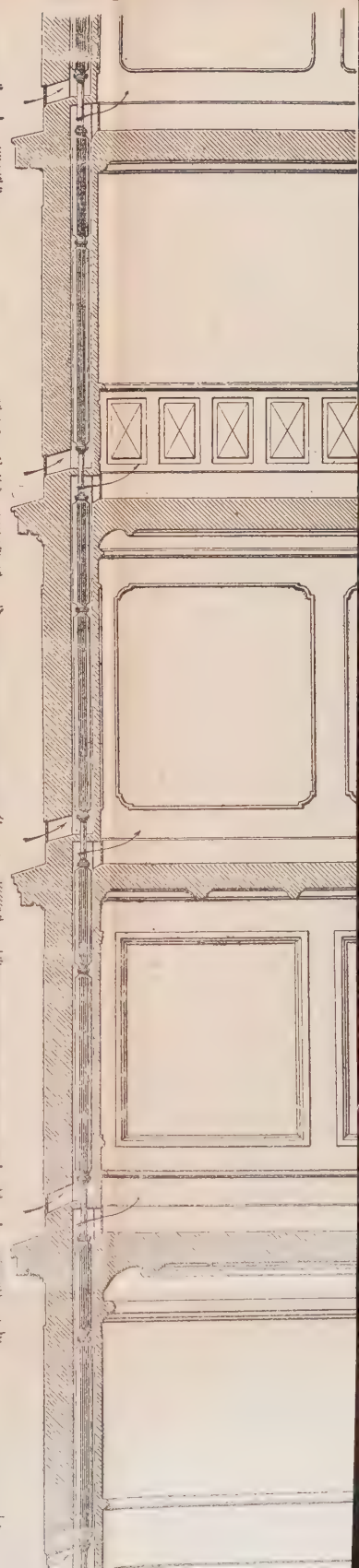
CHAUFFAGE PAR BATTERIES



CHAUFFAGE PAR RADIATEURS



CHAUFFAGE PAR COLONNES



carrés, de façon à ne pouvoir être manœuvrés que par la personne détenant une clef spéciale.

Le radiateur porte encore un petit purgeur d'air dans le but d'obtenir l'évacuation de l'air au moment du remplissage de tout le système. Ce purgeur se manœuvre au moyen d'une clef spéciale amovible.

Pour que l'eau se répartisse d'une manière convenable dans tous les appareils et pour faire varier à volonté la résistance opposée au déplacement du liquide, les robinets d'entrée sont à double réglage.

Batteries. — Les batteries sont des tuyaux en fonte portant des nervures pour augmenter leur surface de chauffe. On les place dans des coffres en briques, munis d'une prise d'air à l'extérieur. L'air extérieur amené dans la chambre s'échauffe au contact des appareils et est réparti dans les différentes pièces à chauffer au moyen de gaines ou conduits spéciaux ménagés dans les murs. La circulation de l'air se fait naturellement dans les conduits à la faveur de la différence qui existe entre la densité de l'air froid amené sur les batteries et celle de l'air échauffé par son passage sur ces dernières.

Colonnes. — Les surfaces de chauffe sont ici des tuyaux en fonte munis d'ailettes longitudinales plus ou moins rapprochées, et disposées sur une ou plusieurs rangées, suivant l'importance du chauffage dans des gaines pratiquées lors de la construction du bâtiment dans l'épaisseur des murs.

Ces gaines, qui règnent sur toute la hauteur des pièces à chauffer, sont divisées à chaque étage par

une cloison horizontale en briques. Entre deux cloisons successives, on forme ainsi une chambre de chaleur qu'on fait communiquer avec l'air extérieur.

Canalisations de distribution

Les canalisations de distribution sont en fer étiré et soudé par recouvrement. Elles ont été essayées avant et après leur mise en place sous une pression hydraulique de 15 kilogrammes.

Les canalisations générales placées dans le sous-sol sont isolées à l'aide d'un calorifuge.

La longueur des tuyaux pouvant être considérable, il a fallu tenir compte de la dilatation linéaire du fer, qui, sur une colonne de quinze mètres, pour une différence de température de 0 à 100 degrés, peut atteindre 18 mm. 1/2. Pour éviter les inconvénients de la dilatation, on dispose des manchons spéciaux. Ces manchons en bronze sont composés de deux pièces dont l'une se visse sur l'un des tuyaux et reçoit à l'intérieur une garniture d'amiante plom-baginée ; dont l'autre, formant écrou de serrage, se visse dans la première et comprime la garniture appliquée sur l'extrémité libre de la tuyauterie. Nous avons insisté sur ces détails peu intéressants pour montrer l'impossibilité de fuite.

Nous allons maintenant examiner rapidement le fonctionnement général de l'installation, ce qui nous servira en même temps de résumé.

Dans le réchauffeur, l'eau est réchauffée au contact de la vapeur qui vient de la chaudière munie d'un régulateur automatique de pression et de combustion ; elle monte au circulateur où elle reçoit une certaine quantité de vapeur fournie par la chaudière elle-même ; elle est émulsionnée, sa densité est diminuée considérablement et elle se rend alors rapidement dans le vase d'expansion situé à la partie la plus élevée de l'habitation. Là, un tuyau de trop plein reprend la vapeur qui traverse le condensateur où elle repasse à l'état liquide ; elle rentre ensuite à la chaudière. L'eau chaude circule dans une canalisation horizontale qui part du vase d'expansion ; cette canalisation alimente les colonnes descendantes qui desservent les appareils. Les colonnes descendantes sont simples, c'est-à-dire que l'eau, après avoir traversé un radiateur quelconque, fait retour dans le même tuyau vertical pour être conduite à l'appareil placé à l'étage immédiatement inférieur. Toutes les colonnes verticales sont réunies dans un collecteur d'eau refroidie qui est mis en communication avec le réchauffeur. L'eau froide se réchauffe et le phénomène se reproduit indéfiniment tant que le foyer reste allumé.

La figure 1 représente un mode de distribution de l'eau chaude à divers radiateurs ; cette eau est distribuée par une seule colonne verticale.

La figure 2 montre une disposition sensiblement différente dans laquelle l'eau est distribuée aux radiateurs par des groupes de deux colonnes verti-

cales dont l'une sert à conduire l'eau chaude et l'autre à ramener à la chaudière l'eau refroidie qui sort des appareils.

Mais les figures 1 et 2 indiquent que les deux systèmes peuvent desservir des appareils placés au même niveau que la chaudière. Il en résulte, fait capital, qu'on peut installer dans un appartement d'une maison non chauffée ce genre de chauffage.

Calcul des quantités de chaleur à fournir

La puissance des radiateurs installés dans chaque pièce est calculée d'après la quantité de chaleur à fournir dans chacune d'elles.

Cette quantité de chaleur est estimée par la méthode ordinaire, dite « de déperditions ». On évalue pour chaque local les surfaces de refroidissement. Avec le coefficient fourni par la pratique, on déduit la quantité de chaleur perdue par les parois d'après les lois de Newton et la formule $P = S Q (t - e)$ formule dans laquelle :

S représente la surface d'une paroi ;

Q le coefficient de transmission à travers cette paroi ;

t la température intérieure à obtenir ;

e la température minima extérieure.

Après avoir dressé un tableau des déperditions de chaleur, on ajoute pour chaque pièce la quantité de chaleur emportée par la ventilation et donnée par la formule : $u = v d c (t - e)$ dans laquelle :



Fig. 1
Distribution par tuyaux simples



Fig. 2
Distribution par double canalisation

v représente le volume d'air à renouveler par heure ;

d la densité de l'air ;

c la chaleur spécifique de l'air ;

$t - e$ l'excès de la température intérieure sur la température extérieure.

On peut supposer que la ventilation renouvellera une fois par heure la quantité d'air contenue dans les différentes pièces.

Quant aux autres valeurs de la formule précédente, elles sont prises ainsi :

$$d = 1.283$$

$$c = 0.223$$

$t - e$ = l'excès de la température intérieure sur la température extérieure.

On calcule ensuite la quantité de chaleur perdue par les canalisations.

Théorie du calcul

La surface de chauffe S d'un radiateur se déduit immédiatement du nombre de calories C que cet appareil doit fournir, à l'aide de la formule :

$$S = \frac{C}{Q}$$

dans laquelle Q est le rendement de l'appareil, c'est-à-dire le nombre de calories émises par mètre carré de la surface de chauffe du radiateur.

Ce rendement dépend de la température du radiateur et a lui-même pour valeur :

$$Q = K (t - e)$$

formule dans laquelle :

K est un coefficient dépendant de la nature des parois du radiateur et est égal à 12,5 ;

t la température du fluide chauffant à l'intérieur de la surface de chauffe ;

e la température de la pièce où est placé l'appareil.

Si tous les radiateurs étaient à la même température, le rendement de tous les appareils serait le même et le calcul de leurs puissances respectives se réduirait à une série de divisions.

Il n'en est pas ainsi car chaque radiateur a sa température propre. Cette température dépend du refroidissement éprouvé par l'eau, depuis son départ du vase d'expansion, où elle est à peu près à une température de 103 degrés jusqu'au point d'entrée dans l'appareil.

Il faut donc faire précéder le calcul des surfaces de chauffe d'un calcul des rendements lequel ne peut être fait qu'après la détermination préalable des températures dans tous les points du système.

On détermine pour chaque radiateur la température de l'eau qui le traverse et par suite le rendement de l'appareil. On en déduit la surface du radiateur.

On peut facilement enfin, calculer la consommation de combustible en se basant sur le fait que les chaudières à sections verticales donnent un rende-

ment qu'on peut évaluer à 5 milliers de calories par kilogramme de bon charbon brûlé.

De tout ce qui a été dit dans ce paragraphe, on peut tirer les conclusions suivantes.

Le chauffage à l'eau chaude, progrès considérable sur le chauffage par l'air chaud est hygiénique.

Il chauffe l'air à basse température sans l'altérer dans sa composition, puisqu'il ne donne aucun produit de combustion. Il n'altère l'air que dans son hygrométrie. Le remède est tout trouvé, la ventilation, indépendante du chauffage, comme Trélat le demande.

Il y a cependant, quelques réserves à faire. Le chauffage à haute pression est dangereux. De plus les diverses parties du circuit y sont sous la dépendance absolue l'une de l'autre. Il n'est utilisable que dans les usines et l'on doit exiger des canalisations très soignées et des joints parfaits.

Le chauffage à basse pression manque d'élasticité : la mise en marche et l'arrêt sont lents à cause de la quantité d'eau.

Avec le circulateur Reck, la vitesse naturelle de circulation de l'eau est quadruplée, de sorte que la quantité d'eau en circulation est quatre fois plus faible. Il en résulte que l'échauffement initial et le refroidissement final sont plus rapides, mais la mise en marche exige encore une demi-heure.

Si l'on veut supprimer la chaleur intérieure, par suite de l'élévation de la température extérieure ou de la présence de nombreux individus, il n'y a qu'une

ressource, fermer le robinet et l'on emprisonne ainsi de l'eau qui ne se refroidit que lentement : la circulation accélérée atténue beaucoup cet inconvénient.

Le chauffage par l'eau chaude à circulation accélérée peut-être employé pour le chauffage d'appartements dans une habitation non chauffée. La chaudière, placée alors dans une pièce quelconque de cet appartement, doit être soumise aux règles que nous avons données pour les poêles.

Les radiateurs apparents sont préférables aux batteries et aux colonnes.

Autant que possible, il n'y aura sur les surfaces des radiateurs, aucun relief ni angle rentrant où les poussières pourraient s'accumuler.

§ 2. Chauffage à la vapeur

En 1825, M. Duverne, ingénieur des ponts et chaussées, fit paraître en France une traduction du livre de l'ingénieur anglais Tregold, intitulé *Principes de l'art de chauffer et de ventiler les établissements publics*. La préface du traducteur montre qu'à cette époque le chauffage à vapeur n'avait reçu dans notre pays que quelques applications industrielles.

Quelques années plus tard, Péclet ayant fait paraître un nouvel ouvrage *Traité de la chaleur*, un ingénieur français, M. Darcet, fit exécuter le chauf-

fage à vapeur de la Bourse de Paris, installation qui a été conservée jusqu'à nos jours.

Tous les procédés de chauffage par la vapeur reposent sur le principe suivant :

La vapeur fluide essentiellement mobile, d'une densité insignifiante, peut céder beaucoup de calories et être transportée facilement et avec rapidité jusqu'à 300 ou 400 mètres et même plus loin sans perte de chaleur exagérée. Un kilogramme de vapeur en passant à l'état liquide dégage 500 calories. Il y a lieu de diviser le chauffage par la vapeur en chauffage à haute pression et en chauffage à basse pression.

Dans les appareils de chauffage par la vapeur à haute pression, la vapeur peut atteindre une pression qui varie de 2 à 5 kilogrammes ; ils permettent l'envoi du calorique au loin, mais ils exigent des chaudières inexplosibles, des canalisations très longues, qui causent une déperdition de 20 o/o, des détendeurs, organes délicats et coûteux pour égaliser la pression dans les surfaces de chauffe quelle que soit la distance.

Le chauffage par la vapeur à basse pression est très employé dans les Etats-Unis et le Canada, il commence à être de plus en plus en usage dans notre pays. D'une manière générale, un chauffage à vapeur à basse pression consiste en la production de vapeur dont la pression varie de 1 à 3 dixièmes de kilogramme par centimètre carré.

Une installation de ce genre de chauffage comprend trois parties :

Les appareils de production de la vapeur, chaudière ou générateur ;

Les appareils de canalisation pour la répartition de la vapeur et le retour à la chaudière de l'eau condensée ;

Les appareils de chauffage ou surfaces de chauffe, dans lesquels se condense la vapeur ; cette condensation s'accompagne d'un dégagement de chaleur utilisée pour le chauffage.

Nous avons vu chez M. Hamelle un appareil que nous allons étudier. Il se distingue des autres systèmes employant la vapeur à basse pression par l'absence de conduite descendante. L'aller et le retour se font dans le même conduit.

En réalité, il n'y a pas circulation proprement dite, mais injection continue de la vapeur dans tous les tuyaux et appareils. La vapeur introduite transmet aux appareils radiateurs ou autres, la majeure partie de la chaleur qu'elle véhicule, puis se condense, retombe en eau et est immédiatement remplacée par de la vapeur nouvelle.

Il résulte de l'emploi d'une conduite unitaire, la nécessité de débarrasser immédiatement la conduite de l'eau de condensation, qui, si elle séjournait, gênerait le passage de la vapeur et diminuerait la surface de chauffe de toute la superficie qu'elle occuperait.

Pour arriver à l'écoulement immédiat des eaux de condensation, on n'emploie que des conduites verticales et accidentellement seulement, des bran-

chements suivant une pente d'au moins 1 centimètre par mètre.

Chaque élément a été décrit en détail au sujet du chauffage à l'eau chaude.

La chaudière est la même ; elle est munie d'un régulateur de combustion et de pression. Voici son fonctionnement dans le cas particulier :

Supposons la chaudière attelée à une vingtaine de radiateurs en fonctionnement : elle produit normalement la quantité de vapeur suffisante pour ces appareils. Si alors on vient à fermer par exemple dix de ces radiateurs, la quantité de vapeur fournie par la chaleur devient trop considérable, la pression à l'intérieur de la chaudière tend à s'élever, la pression à la partie inférieure du diaphragme de caoutchouc du régulateur devient plus grande, l'action du piston devient plus importante que celle du contre-poids placé sur le levier. Ce levier s'élève, la chaîne se détend et la porte d'introduction d'air sous le foyer se ferme. Si la fermeture de cette porte n'est pas suffisante pour faire tomber la pression à la pression de régime, le levier continue son mouvement et ferme d'abord le registre qui est placé dans le tuyau de fumée. Si cette deuxième action est encore insuffisante, le levier continuant son mouvement, la chaîne ouvre la porte de coupe-tirage, ce qui détermine une entrée d'air frais dans le tuyau de fumée et la pression tombe immédiatement.

Si maintenant nous supposons le cas inverse, ie que dix radiateurs se trouvant alimentés par la chau-

dière, on vient à ouvrir dix autres appareils, la quantité de vapeur formée par le générateur se trouve insuffisante, et il y a tendance à un abaissement de pression. La poussée à la partie inférieure du diaphragme, devenant plus faible, est vaincue par l'effort du contre-poids placé sur le levier, la partie postérieure du levier s'abaisse, la porte du coupe-tirage se referme, le registre placé dans le tuyau de fumée se lève et enfin la chaîne se tendant de nouveau, ouvre la porte de tirage et l'air vient activer la combustion.

Les radiateurs diffèrent de ceux que nous avons décrits. Ils sont construits en fonte à surface ornée ou en fonte à surface lisse. Ils se composent d'un socle ou base, formant boîte de vapeur, d'une série de tubes en U et enfin d'un couvercle enlevable et formant chapiteau. Chaque tube est vissé sur le socle, de façon à assurer une étanchéité parfaite. Le couvercle s'enlève très facilement, ce qui permet un nettoyage simple et rapide. Les radiateurs peuvent être laissés bruts de fonte ou peints avec des peintures vernissantes ; dans ce dernier cas, le vernis doit être absolument inaltérable.

Chaque radiateur porte à l'une des extrémités de son socle un robinet d'arrêt et de mise en marche destiné à lui assurer un fonctionnement tout à fait indépendant du fonctionnement des autres. L'étanchéité en est assurée. Il est également muni d'un robinet purgeur d'air, se manœuvrant à l'aide d'une clef (que pourra détenir exclusivement la personne

chargée du service). Ce purgeur a pour but, d'obtenir l'évacuation de l'air au moment du remplissage de tout le système. Et grâce à lui, le radiateur peut donner une température quelconque entre 0 et le maximum prévu. Il suffit pour cela de n'introduire dans l'appareil que la quantité de vapeur nécessaire pour produire la température désirée, et de remplir le reste par de l'air destiné à limiter l'introduction de la vapeur. Voici comment les choses se passent :

Supposons le radiateur fermé (par le robinet d'arrivée de vapeur), la vapeur contenue dans l'appareil se condense et le vide se fait. On ouvre alors le robinet d'air : l'air est aspiré par l'appareil vide et le remplit. Si à ce moment on ouvre le robinet de vapeur, celle-ci s'introduit dans l'appareil en chassant l'air devant elle. On peut donc arrêter cette introduction à un point quelconque en fermant le robinet d'air, régler ainsi la quantité de vapeur et par conséquent la température.

Le chauffage à la vapeur peut comme le chauffage à l'eau chaude être employé par radiation indirecte. On se sert dans ce cas de batteries ou de colonnes semblables à celles que nous avons déjà vues.

Canalisations. — Les canalisations ont été également décrites.

Fonctionnement

D'un générateur de vapeur placé dans un endroit

quelconque du sous-sol, part une conduite en fer d'un diamètre qui varie de 0,026 jusqu'à 0,040 selon l'importance de l'installation. Cette conduite monte verticalement jusqu'au plafond, puis se coude et par une pente descendante de 0,01 par mètre contourne le sous-sol et va rejoindre la base de la chaudière à laquelle elle restitue l'eau provenant de la vapeur condensée. De cette ceinture ou conduite de distribution partent verticalement les colonnes montantes sur chacune desquelles, on peut à chaque étage placer une surface de chauffe, radiateurs, colonnes ou batteries.

Calcul des quantités de chaleur à fournir

Ce calcul est le même que pour le chauffage à l'eau chaude.

Les radiateurs sont soumis à des expériences de rendement : pour un mètre carré de surface de radiateur, alimenté par de la vapeur à 200 grammes de pression, et placé dans une atmosphère d'une température de 16 degrés il est, par exemple, de 1000 calories par heure.

Il suffira de diviser par 1000 calories le nombre qu'on aura trouvé comme déperdition horaire, par les parois dans chaque pièce, pour obtenir la surface des radiateurs, à placer dans chaque local.

En évaluant la quantité totale de chaleur à fournir, en ajoutant au chiffre obtenu le nombre de calories représentant la déperdition par les canalisations,

on pourra déduire facilement la consommation de combustible.

Il nous est facile maintenant de formuler une opinion sur la valeur hygiénique du chauffage à la vapeur à basse pression :

Le chauffage à la vapeur à basse pression et à radiation directe est le chauffage hygiénique par excellence :

Il donne des résultats de température certains. Il est réglable à volonté dans chaque pièce chauffée.

Il chauffe l'air à basse température sans l'altérer dans sa composition, puisqu'il ne dégage ni fumée, ni autre produit de combustion.

Il ne dégage pas de poussière.

Le seul reproche qu'on puisse lui faire, c'est qu'il diminue l'état hygrométrique de l'air. On doit donc associer à ce chauffage la ventilation. Enfin, il est mis en marche ou arrêté avec rapidité.

Il ne donne lieu à aucune mauvaise odeur.

On préférera aux radiateurs ornés, plus difficiles à nettoyer, les radiateurs lisses.*

Quant à la radiation indirecte, elle a l'inconvénient d'amener l'air chaud à une température plus élevée que celle qui convient aux organes de la respiration. Cet air peut encore véhiculer des impuretés amassées dans les gaines, et enfin le degré d'hygrométrie nécessaire de l'air est compromis davantage encore.

On donnera la préférence au chauffage à radiation directe complété par une ventilation entièrement indépendante.

CONCLUSIONS

La cheminée bien construite est hygiénique.

Les poêles, tolérés par l'hygiène, seront soumis à une réglementation énergique. Les poêles mobiles ou à combustion lente sont un mode de chauffage anti-hygiénique.

Le chauffage par l'eau chaude à basse pression et à circulation accélérée, et le chauffage par la vapeur à basse pression doivent remplacer le chauffage à l'air chaud dans toutes les installations de moyenne importance.

Le chauffage par l'eau chaude à basse pression et à circulation accélérée semble appelé à rendre, sous certaines conditions, de grands services pour le chauffage des appartements.

Vu : le président de la thèse,

CHANTEMESSE

Vu : le Doyen.

DEBOVE

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

LIARD

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ARNOULD. — Nouveaux éléments d'hygiène (1902).
- AUCAMUS. — Fumisterie. Chauffage et ventilation.
- DENFER. — Fumisterie. Ventilation.
- DUVERNE. — Principe de l'art de chauffer et de ventiler les établissements publics (traduction d'après Trégold).
- Exposition 1900. Chauffage et ventilation. Musée rétrospectif.
- FAUCHER. — Chauffage et aération des habitations.
- GREHANT. — Poêles sans tuyaux (Académie de Médecine, 1887).
- LABUSSIÈRE. — Thèse de Paris (1903).
- LANCEREAUX. — Sur l'empoisonnement oxycarboné par les poêles mobiles (Académie de Médecine, 1889).
- LANGLOIS. — Précis d'hygiène publique et privée (1904).
- MARTIN (A. J.) — Hygiène de l'habitation privée (Encyclopédie Léauté (1891)).
- MOISSAN. — Sur les empoisonnements par l'oxyde de carbone (A. M., 1894).
- NAPIAS et MARTIN. — Hygiène hospitalière (Encyclopédie d'hygiène, 1892).
- PÉCLET et HUDELO. — Traité de la chaleur considérée dans ses applications (Paris, 1871).
- PICARD. — Chauffage et ventilation.
- RENAULT. — Hygiène hospitalière (Revue d'hygiène, 1903).
- REVERDY. — Hygiène des hôpitaux (Paris, 1902).
- RICHARD. — Le chauffage et la ventilation par l'électricité.

ROCHARD. — Traité d'hygiène publique et privée (Paris, 1895).

SPATARO. — Ventilation naturelle des locaux (Revue d'hygiène, 1899).

TRÉLAT. — L'aérage et le chauffage des habitations (Revue d'hygiène, 1886).

— Théorie du chauffage des habitations (Revue d'hygiène, 1891).

VALLIN. — Distribution du chauffage (Revue d'hygiène, 1880).

— Le poêle mobile et à combustion lente (Revue d'hygiène, 1889).

WAZON. — Chauffage et ventilation des édifices publics et privés (Paris, 1885).

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

